

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08248324
PUBLICATION DATE : 27-09-96

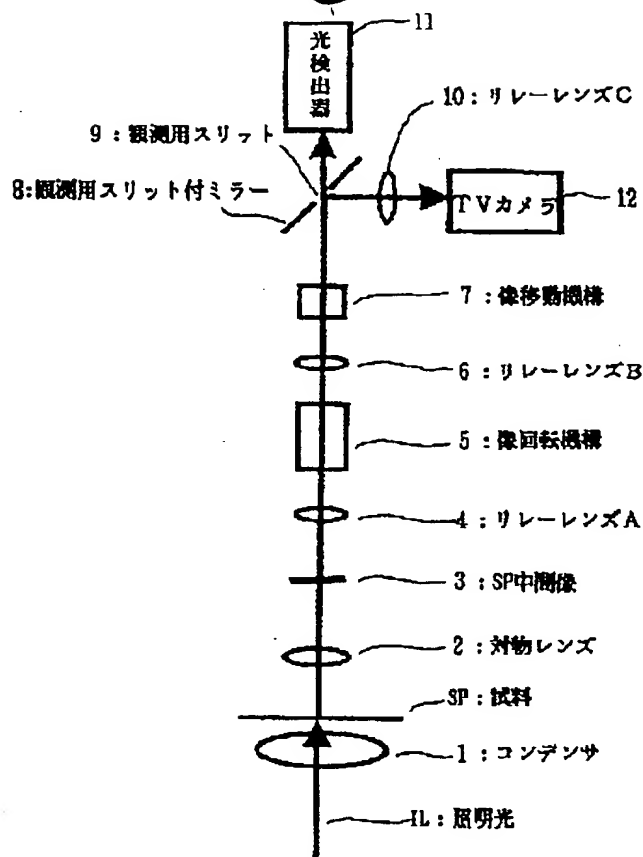
APPLICATION DATE : 10-03-95
APPLICATION NUMBER : 07050755

APPLICANT : YASKAWA ELECTRIC CORP;

INVENTOR : AOSHIMA MIKIO;

INT.CL. : G02B 21/10

TITLE : MICROSCOPIC PHOTOMETRY
DEVICE



ABSTRACT : PURPOSE: To provide a microscopic photometry device easily and accurately performing observation and measurement for a minute object and the minute part of a macroscopic object including photometric measurement for two optional parts.

CONSTITUTION: This microscopic photometry device having an optical system for photometry and an optical system for observation is provided with a mirror 8 having a slit 9 for photometry, a photodetector 11 receiving light from the slit 9, a TV camera 12 for observing the image of a sample SP from the mirror 8, an image moving mechanism 7 moving the position of the image of the sample SP, and an image rotating mechanism 5 rotating the position of the image of the sample SP. While simultaneously observing the slit 9 and the image of the sample SP, the position of the image is moved and rotated, thereby performing photometry to the optional position in the image of the sample SP.

COPYRIGHT: (C) JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-248324

(43) 公開日 平成8年(1996)9月27日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 21/10

G 0 2 B 21/10

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平7-50755

(71) 出願人

390014535

(22) 出願日

平成7年(1995)3月10日

(71) 出願人

591149595

(71) 出願人

591149595

(71) 出願人

株式会社ニコンエンジニアリング

(71) 出願人

神奈川県横浜市栄区長尾台町471番地

(71) 出願人

000006622

(71) 出願人

株式会社安川電機

(72) 発明者

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72) 発明者

工藤 成史

(72) 発明者

茨城県つくば市梅園2-24-2 中川住宅

(72) 発明者

103

(74) 代理人

弁理士 清水 守

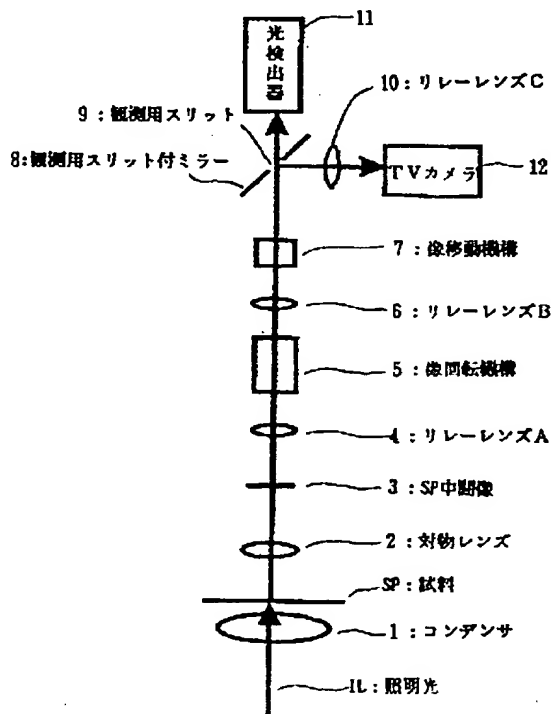
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 顕微測光装置

(57) 【要約】

【目的】 微小物体や巨視的物体の微小部分に対する観測測定が、任意の2つの部位に対する測光測定を含めて、簡便かつ正確に行える顕微測光装置を提供する。

【構成】 測光用の光学系と観察用の光学系を有する顕微測光装置において、測光用スリット9を有するミラー8と、前記測光用スリット9からの光を受ける光検出器11と、前記ミラー8からの試料SPの像を観察するTVカメラ12と、試料SPの像の位置を移動する像移動機構7と、試料SPの像の位置を回転する像回転機構5とを備え、前記測光用スリット9と試料SPの像を同時に観察しながら像の位置を移動及び回転することにより、試料SPの像内の任意の位置に対する測光を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 測光用の光学系と観察用の光学系を有する顕微測光装置において、(a) 測光用スリットを有するミラーと、(b) 前記測光用スリットからの光を受ける光検出器と、(c) 前記ミラーからの試料の像を観察する観察手段と、(d) 前記試料の像の位置を移動する像移動機構と、(e) 前記試料の像の位置を回転する像回転機構とを備え、(f) 前記測光用スリットと試料の像を同時に観察しながら該像の位置を移動及び回転することにより、前記試料の像内の任意の位置に対する測光を可能にしたことを特徴とする顕微測光装置。

【請求項 2】 測光用の光学系と観察用の光学系を有する顕微測光装置において、(a) 測光用スリットを有するミラーと、(b) 前記測光用スリットからの光を受ける光検出器と、(c) 前記ミラーからの試料の像を観察する観察手段と、(d) 前記試料の像の位置を移動する像移動機構と、(e) 前記試料の像の位置を回転する像回転機構とを 2 組備え、(f) 前記試料の像内の同一点のみならず異なる 2 点を選んで同時に測光可能にしたことを特徴とする顕微測光装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の顕微測光装置において、照明光として、2 本のレーザービームを同時に暗視野コンデンサに導入することにより、2 つの微小物体を個別に照明し、両者からの散乱光の同時観測を可能にしたことを特徴とする顕微測光装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の顕微測光装置において、レーザービーム導入部に光路回転機構を設け、試料に対する照明を試料面内の任意の角度で行うことを可能にしたことを特徴とする顕微測光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、微視的物体あるいは巨視的物体の一部などからの発光や散乱光の観察を、試料上の 1 点又は 2 点について正確かつ容易に行うための顕微測光装置に関するものである。また、微小物体の運動、例えばバクテリアのべん毛回転の高度な解析を可能にする 2 チャンネル化したレーザー暗視野顕微測光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の顕微測光装置では、像の中の特定の部位からの情報を得る方法として、単に視野の中心付近の光量を測定するか、測光系への入射スリットと試料の像の双方を観察しながら試料ステージを移動させて測定部位を決定する方法がとられていた。(例えば、特開平 3-257349 号公報参照)。

【0003】 前者の場合、測定部位を正確に特定するのは困難であるという欠点があった。後者の場合は、そのような問題点を解決するための手段であるが、ステージによる測定部位の設定にある程度の熟練が要求されること、試料を移動させることにより照明光と試料の位置関

係が変化することなどの欠点があった。また、測光系を 2 組設けて像の中の 2 点の測光を同時に行うような測定は、測光系を移動させるような機構なしに測定部位を個々に測光用スリットに合わせる事が実質的に不可能であったため、実現が難しかった。

【0004】 顕微測光装置の照明光源として、通常用いられるハロゲンランプ、水銀ランプ以外にレーザーが使われる場合がある。レーザーを用いた例であるレーザー暗視野顕微測光装置(特開平 3-257349 号公報参照)は、バクテリアのべん毛のような微小物体の運動を計測するのに用いられているが、一度に 1 本のべん毛の回転しか測れないため、得られる情報が限られていた。また、2 本のべん毛の回転を計測するために、それぞれをレーザーにより照明しようとする、試料によりべん毛の配置が異なるため、測定に適した方向からの照明が困難であった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記した従来の顕微測光装置では、試料ステージを移動させて測定部位を決定する方法であるため、測定部位を正確に特定するのは困難である。また、従来のレーザー暗視野顕微測光装置では、試料ステージを移動させる上に一度に 1 本のべん毛の回転しか測れないため得られる情報が限られており、正確な計測に難があった。

【0006】 本発明は、かかる従来の問題点を除去し、測光用スリットと試料の像を同時に観察しながら像の位置を移動及び回転することにより、微小物体や巨視的物体の微小部分に対する観測測定が、任意の 2 つの部位に対する測光測定を含めて、簡便かつ正確に行える顕微測光装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記目的を達成するために、

(1) 測光用の光学系と観察用の光学系を有する顕微測光装置において、測光用スリットを有するミラーと、前記測光用スリットからの光を受ける光検出器と、前記ミラーからの試料の像を観察する観察手段と、前記試料の像の位置を移動する像移動機構と、前記試料の像の位置を回転する像回転機構とを備え、前記測光用スリットと試料の像を同時に観察しながら、その像の位置を移動及び回転することにより、前記試料の像内の任意の位置に対する測光を可能にしたものである。

【0008】 (2) 測光用の光学系と観察用の光学系を有する顕微測光装置において、測光用スリットを有するミラーと、前記測光用スリットからの光を受ける光検出器と、前記ミラーからの試料の像を観察する観察手段と、前記試料の像の位置を移動する像移動機構と、前記試料の像の位置を回転する像回転機構とを 2 組備え、前記試料の像内の同一点のみならず異なる 2 点を選んで同時に測光可能にしたものである。

【0009】(3)上記(2)記載の顕微測光装置において、照明光として、2本のレーザービームを同時に暗視野コンデンサに導入することにより、2つの微小物体を個別に照明し、両者からの散乱光の同時観測を可能にしたものである。

(4)上記(3)記載の顕微測光装置において、レーザービーム導入部に光路回転機構を設け、試料に対する照明を試料面内の任意の角度で行うことを可能にしたものである。

【0010】

【作用】

(1)請求項1記載の顕微測光装置によれば、測光用スリットと試料の像を同時に観察しながら像の位置を移動及び回転することにより、像内の任意の位置に対する測光を行うことができる。

(2)請求項2記載の顕微測光装置によれば、像の位置の移動、回転機構を備えた測光系、観察系を2組設けることにより、像内の同一点のみならず異なる2点を正確かつ簡便に選んで同時に測光することができる。

【0011】(3)請求項3記載の顕微測光装置によれば、更に、測光、観察系を2組備えた顕微測光装置の照明光として、2本のレーザービームを同時に暗視野コンデンサに導入することにより、2つの微小物体を個別に照明し、両者からの散乱光の同時観測を可能にし、バクテリアペーン毛のような微小物体の運動の計測から得られる情報を増やすことができる。

【0012】(4)請求項4記載の顕微測光装置によれば、更にまた、2本のレーザービームを暗視野コンデンサに導入する際に、レーザービーム導入部に光路回転機構を設け、試料に対する照明を試料面内の任意の角度で行うことができる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。図1は本発明の第1実施例を示す像の移動、回転機構を備えた顕微測光装置の構成図である。図1に*

$$\delta = d \cdot \sin u \{ 1 - [\cos u / \sqrt{(n^2 - \sin^2 u)}] \}$$

となり、平行平面ガラスの厚さd、屈折率nを適宜選択することにより、わずかな角度変化uで像の移動が可能である。

【0017】また、像回転機構5は、ダブリズム5Aの長軸を光軸に平行に配置し、光軸の回りに回転できるようにしたものである。ダブリズム5Aを回転させることにより、像の方向を光軸の回りの任意の方向に回転できる。なお、ダブリズム5Aの回転角の2倍が像の回転角になる。なお、像回転機構5及び像移動機構7については、第2実施例において具体的に説明する。

【0018】このような機構を設けることにより、試料SPの像のなめらかな移動、回転が実現でき、従来のように、試料ステージを移動、回転させて測定部位を決定する場合に比べ正確で容易な操作が可能になる。図3は

*において、ILは照明光、SPは試料、1はコンデンサ、2は対物レンズ、3はSP中間像、4はリレーレンズA、5は像回転機構、6はリレーレンズB、7は像移動機構、8は観測用スリット付ミラー（以下、単にスリット付ミラーという）、9は観測用スリット（以下、単に、スリットという）、10はリレーレンズC、11は光検出器、12はTVカメラである。

【0014】図1に示すように、試料SPの像はスリット9上に結像され、そのスリット9を通過した光の強度が光検出器11、例えば光電子倍增管により計測される。その際、像の位置を像移動機構7により、像の方向を像回転機構5により変化させることができる。スリット9周辺はミラー8になっており、スリット9を通過した以外の光は、リレーレンズC10を介してTVカメラ12に達し、このTVカメラ12により、スリット9と試料SPの像の双方を観察することが可能になっている。

【0015】これにより、試料SPの像を移動、回転させながら、そのどの部位からの光を計測するかを正確に決めることができる。もちろん、像移動機構、像回転機構のうち、どちらか一方、例えば、像移動機構のみを備えた構成も可能であり、それによっても、従来の方法の欠点を補う簡便な測定ができるようになる。図2は本発明の第1実施例を示す顕微測光装置の像移動機構と像回転機構を示す図である。

【0016】図2において、像移動機構7は、1組の平行平面ガラス7a、7bの2枚を光軸に垂直に配置し、それぞれ光軸に垂直な軸(X軸、Y軸)の回りで角度を変化できるようにしたものである。この像移動機構7は、平行平面ガラス7a、7bの角度を変えることにより、像をスリット9上の光軸に垂直な平面内の任意の方向に移動させることができる。なお、X、Y軸それぞれの像の移動量δは、平行平面ガラスの厚さd、屈折率n、角度変化uとすると、

本発明の第2実施例を示す像の移動機構、回転機構を備えた2チャンネル顕微測光装置の構成図である。なお、第1実施例と同じ部分には同じ番号を付して、その説明は省略している。

【0019】この実施例の顕微測光装置は、第1実施例の顕微測光装置を2チャンネル化した例である。図3において、22はハーフミラー（又はハーフプリズム）、24は第1のリレーレンズA、25は第1の像回転機構、26は第1のリレーレンズB、27は第1の像移動機構、28は第1のスリット付ミラー、29は第1のスリット、31は第1の光検出器、32は第1のTVカメラである。更に、33はミラー、34は第2のリレーレンズA、35は第2の像回転機構、36は第2のリレーレンズB、37は第2の像移動機構、38は第2のスリ

ット付ミラー、39は第2のスリット、41は第2の光検出器、42は第2のTVカメラである。

【0020】このように、像の移動機構、回転機構及びスリット付きミラー、光検出器、TVカメラからなる測光部は2組設けられている。試料SPの像を、それぞれの測光部に分配するため、ハーフミラー（又はハーフプリズム）22が設けられている。ハーフミラーを使った場合には、双方の測光部のTVカメラで同一の視野を観察できるので、それぞれの測定部位を確認しやすいという利点がある。しかし、光量に限りがある場合等には、ハーフミラーの代わりに、例えば直角プリズムの稜を使って、像を半分ずつそれぞれの測光部に分配することも可能である。もちろん、ハーフミラーの代わりにダイッククロックミラー等を用いて、光の波長により光路を分けるような構成も可能である。

【0021】図4は本発明の第2実施例を示す顕微測光装置の像移動機構と像回転機構の配置を示す部分構成図、図5はその顕微測光装置の像回転機構を示す図、図6はその顕微測光装置の像移動機構を示す図であり、図6(a)はその移動機構の部分構成図、図6(b)は図6(a)のA-A線断面図、図6(c)はその移動機構による像移動の状態を示す図である。

【0022】図4に示すように、顕微鏡本体100の右側（測定系I）に延設される鏡筒101に、第1の像回転機構25と第1の像移動機構27が配置され、これと対称に顕微鏡本体100の左側（測定系II）に延設される鏡筒102に、第2の像回転機構35と第2の像移動機構37が配置される。その第1の像回転機構25と第2の像回転機構35には像回転ハンドル111が、第1の像移動機構27及び第2の像移動機構37には、像上下移動ねじ112と像左右移動ねじ113とが設けられている。

【0023】第1、第2の像回転機構25、35は、図5に示すように、ウオーム121、ホイール122、内鏡筒123、ダブリズム124を有しており、像回転ハンドル111（図4参照）を1回転させると、これに直結したウオーム121が1回転する。ウオーム121が1回転すると、これに直結したホイール122が半回転する。ホイール122が半回転すると、これに直結した内鏡筒123も半回転する。すると、内鏡筒123に保持されたダブリズム124が半回転し、像は1回転する。なお、像回転ハンドル111の回転方向は、モニター像の回転方向と一致させてあるため、対称である測定系IとIIでは、ウオーム及びホイールのねじれは逆の設定になっている。

【0024】第1、第2の像移動機構27、37は、図6(a)、図6(b)に示すように、像移動ねじ112、113、回転軸131、平行平面ガラス132、レバー133、付勢ばね134を有し、像移動ねじ112、113を回すと、この像移動ねじ112、113は

直進し、これに当接したレバー133が僅かに回転軸131を中心にして回転する。レバー133、回転軸131、平行平面ガラス132は一体的に構成されており、平行平面ガラス132はレバー133の回転と同じく僅かに回転する。

【0025】平行平面ガラス132への入射角が変化するため、その屈折率に応じ光束が、図6(c)に示すように、 δ だけ平行移動する。像移動機構は、上下用、左右用の同じユニットが光軸の回りに90°回転して配置される。上記像移動機構の上下左右のユニットのペアが測光系I、IIに対称に配置される。このように、2チャンネル化した顕微測光装置に像の位置の移動機構と回転機構を設けることにより、試料ステージの移動だけでは不可能であった試料SP中の任意の2個所での測光が可能となる。

【0026】図7は本発明の第3実施例を示す像の移動機構、回転機構を備えた2チャンネルレーザー暗視野顕微測光装置の構成図である。なお、第2実施例と同じ部分には同じ番号を付して、その説明は省略している。図7において、IL1は第1の照明光、ここでは第1のレーザービーム、IL2は第2の照明光、ここでは第2のレーザービーム、51は第1のレーザービームを反射する第1のミラー、52は第2のレーザービームを反射する第2のミラー、53は第3のミラー、54は第4のミラー、55は暗視野コンデンサである。

【0027】この実施例は、2チャンネル顕微測光装置に暗視野コンデンサを配置し、光源にレーザービームを用いて、2チャンネルレーザー暗視野顕微鏡を構成した例である。2本のレーザービームIL1とIL2で試料SPを照明する際に、任意の方向から照明するのを可能にするため、ここでは、2本のレーザービームのうち1本の入射方向を変えられるようにしてある。すなわち、第3のミラー53、第4のミラー54を顕微鏡の光軸の回りに同時に回転させ、暗視野コンデンサ55のリング状の入射スリットに沿ってレーザービームの入射光路を回転させることで、試料SP面内での照明方向を変化させることが可能になっている。

【0028】図8は本発明の第3実施例を示す2チャンネルレーザー暗視野顕微測光装置を用いたバクテリアべん毛の観測例を示す模式図である。図8に示すように、スライドガラス58上に付着したバクテリア（菌体）60から生えた2本のべん毛61、62を、それぞれ第1のレーザービームIL1、第2のレーザービームIL2で照明した状態を示している。このように照明されたべん毛61、62の像を、それぞれ、図7に示すスリット29、39の上に結像させ、スリット29、39を通過した光の量を測定する。

【0029】図9は本発明の第3実施例を示す2チャンネルレーザー暗視野顕微測光装置の第1のチャンネルの光検出器による検出データに基づいたバクテリアべん毛

の回転に伴う光強度の時間的変化を示す図、図10はその2チャンネルレーザー暗視野顕微測光装置の第2のチャンネルの光検出器による検出データに基づいたバクテリアべん毛の回転に伴う光強度の時間的変化を示す図である。

【0030】これらの図において、縦軸は光強度（カウント/0.5ms）、横軸は時間（ms）である。図7の第1の光検出器31と第2の光検出器41とで得られた光の量を、フォトンカウンティングシステム（図示なし）に入力し、そのデータをプリンタにより出力したものである（なお、試料ステージを移動させて測定部位を決定する1チャンネルレーザー暗視野顕微鏡としては、本願発明者らの提案である特開平3-257349号公報参照）。

【0031】図9及び図10において、光量の増減の周期が、べん毛回転の周期を示している。図11は本発明の第3実施例を示す2チャンネルレーザー暗視野顕微測光装置の光検出器による検出データに基づいたバクテリアべん毛の回転数の時間的変化を示す図である。この図において、縦軸はバクテリアべん毛の回転数（rps）、横軸に時間（s）を示しており、実線はチャンネル1（ch1）、微小な破線はチャンネル2（ch2）を示している。

【0032】図11からべん毛回転数の時間変化が求められることは明らかである。本発明によれば、このようなデータから、1個のバクテリアから生えたべん毛の間の回転の相関などを解析することができる。なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0033】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、

(1) 請求項1記載の発明によれば、測光用スリットと試料の像を同時に観察しながら像の位置を移動及び回転することにより、像内の任意の位置に対する測光を行うことができる。

【0034】(2) 請求項2記載の発明によれば、像の位置の移動、回転機構を備えた測光系、観察系を2組設けることにより、像内の同一点のみならず異なる2点を正確かつ簡便に選んで同時に測光することができる。

(3) 請求項3記載の発明によれば、更に、測光、観察系を2組備えた顕微測光装置の照明光として、2本のレーザービームを同時に暗視野コンデンサに導入することにより、2つの微小物体を個別に照明し、両者からの散乱光の同時観測を可能にし、バクテリアべん毛のような微小物体の運動の計測から得られる情報を増やすことができる。

【0035】(4) 請求項4記載の発明によれば、更にまた、2本のレーザービームを暗視野コンデンサに導入

する際に、レーザービーム導入部に光路回転機構を設け、試料に対する照明を試料面内の任意の角度で行うことができる。このように、微小物体や巨視的物体の微小部分に対する観測測定が、任意の2つの部位に対する測光測定を含めて、簡便かつ正確に行えるようになる。特に、暗視野照明の光源に2本のレーザービームを用いた場合、1個のバクテリア細胞上の2本のべん毛の回転状態の同時計測のような高度な計測が可能となる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の第1実施例を示す像の移動、回転機構を備えた顕微測光装置の構成図である。

【図2】本発明の第1実施例を示す顕微測光装置の像移動機構と像回転機構を示す図である。

【図3】本発明の第2実施例を示す像の移動機構、回転機構を備えた2チャンネル顕微測光装置の構成図である。

【図4】本発明の第2実施例を示す顕微測光装置の像移動機構と像回転機構の配置を示す部分構成図である。

20 【図5】本発明の第2実施例を示す顕微測光装置の像回転機構を示す図である。

【図6】本発明の第2実施例を示す顕微測光装置の像移動機構を示す図である。

【図7】本発明の第3実施例を示す像の移動機構、回転機構を備えた2チャンネルレーザー暗視野顕微測光装置の構成図である。

【図8】本発明の第3実施例を示す2チャンネルレーザー暗視野顕微測光装置を用いたバクテリアべん毛の観測例を示す模式図である。

30 【図9】本発明の第3実施例を示す2チャンネルレーザー暗視野顕微測光装置の第1のチャンネルの光検出器による検出データに基づいたバクテリアべん毛の回転に伴う光強度の時間的変化を示す図である。

【図10】本発明の第3実施例を示す2チャンネルレーザー暗視野顕微測光装置の第2のチャンネルの光検出器による検出データに基づいたバクテリアべん毛の回転に伴う光強度の時間的変化を示す図である。

40 【図11】本発明の第3実施例を示す2チャンネルレーザー暗視野顕微測光装置の光検出器による検出データに基づいたバクテリアべん毛の回転数の時間的変化を示す図である。

【符号の説明】

IL	照明光
SP	試料
1	コンデンサ
2	対物レンズ
3	SP中間像
4	リレーレンズA
5	像回転機構
5A	ダブプリズム
6	リレーレンズB

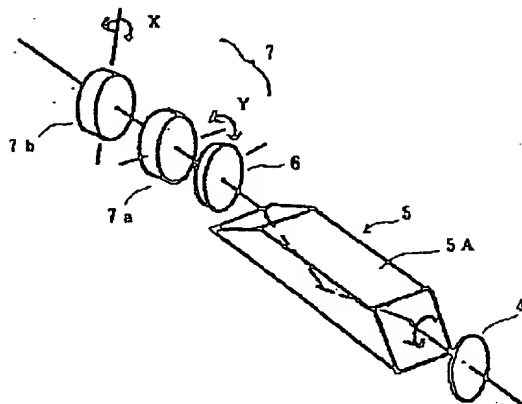
(6)

特開平8-248324

9

- 7 像移動機構
 7 a, 7 b 平行平面ガラス
 8 観測用スリット付ミラー
 9 観測用スリット
 10 リレーレンズC
 11 光検出器
 12 TVカメラ
 22 ハーフミラー (又はハーフプリズム)
 24 第1のリレーレンズA
 25 第1の像回転機構
 26 第1のリレーレンズB
 27 第1の像移動機構
 28 第1のスリット付ミラー
 29 第1のスリット
 31 第1の光検出器
 32 第1のTVカメラ
 33 ミラー
 34 第2のリレーレンズA
 35 第2の像回転機構
 36 第2のリレーレンズB
 37 第2の像移動機構
 38 第2のスリット付ミラー
 39 第2のスリット
 41 第2の光検出器

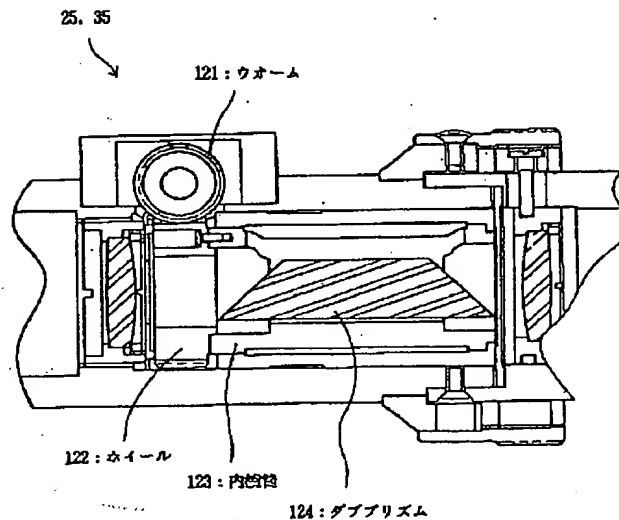
【図2】



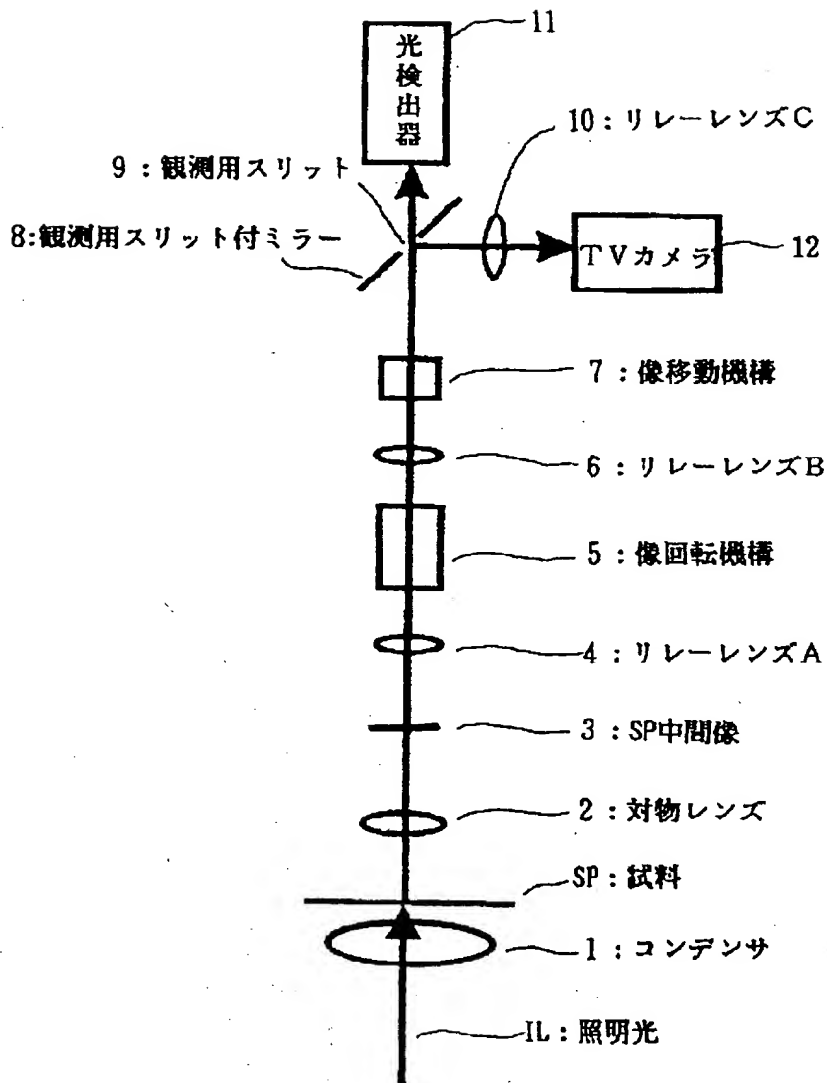
10

- 42 第2のTVカメラ
 1 L 1 第1の照明光 (第1のレーザービーム)
 1 L 2 第2の照明光 (第2のレーザービーム)
 51 第1のミラー
 52 第2のミラー
 53 第3のミラー
 54 第4のミラー
 55 暗視野コンデンサ
 58 スライドガラス
 10 60 バクテリア (菌体)
 61, 62 べん毛
 100 顕微鏡本体
 101, 102 鏡筒
 111 像回転ハンドル
 112 像上下移動ねじ
 113 像左右移動ねじ
 121 ウォーム
 122 ホイール
 123 内鏡筒
 20 124 ダブルプリズム
 131 回転軸
 132 平行平面ガラス
 133 レバー
 134 付勢ばね

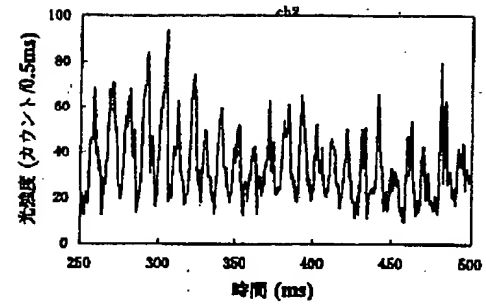
【図5】



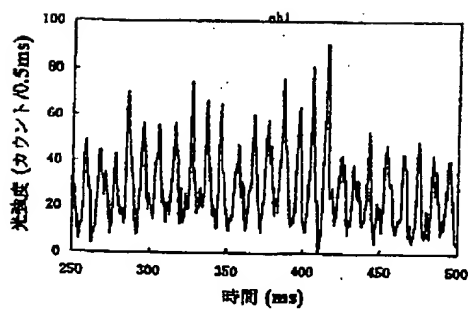
【図1】



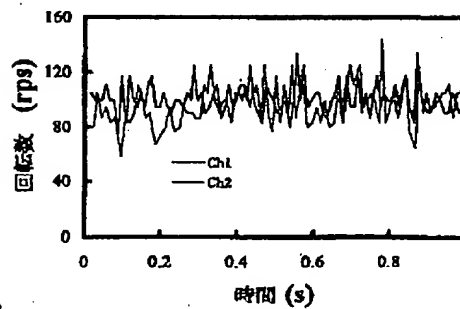
【図10】



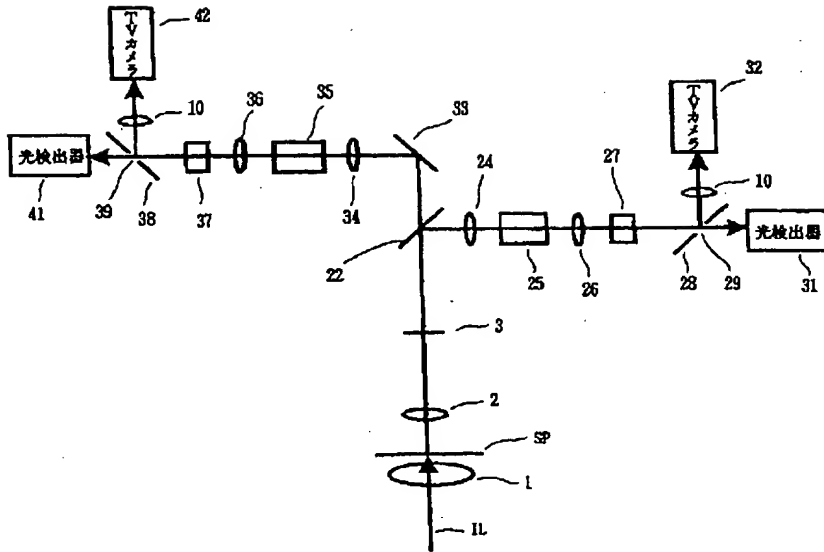
【図9】



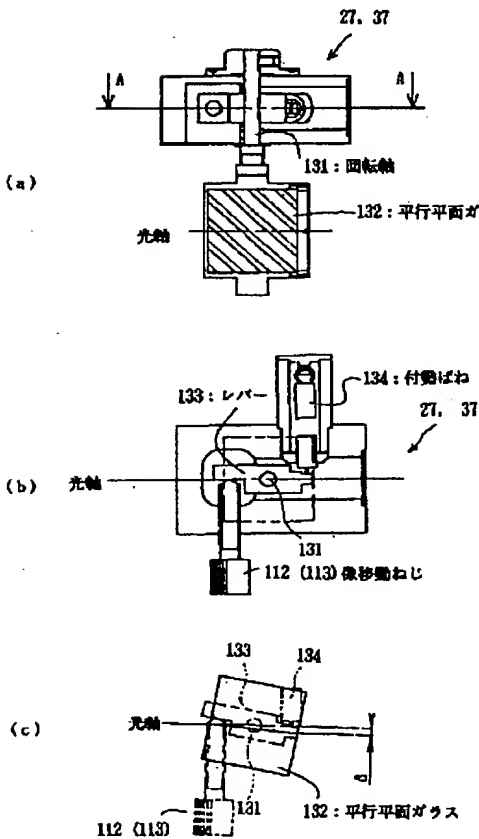
【図11】



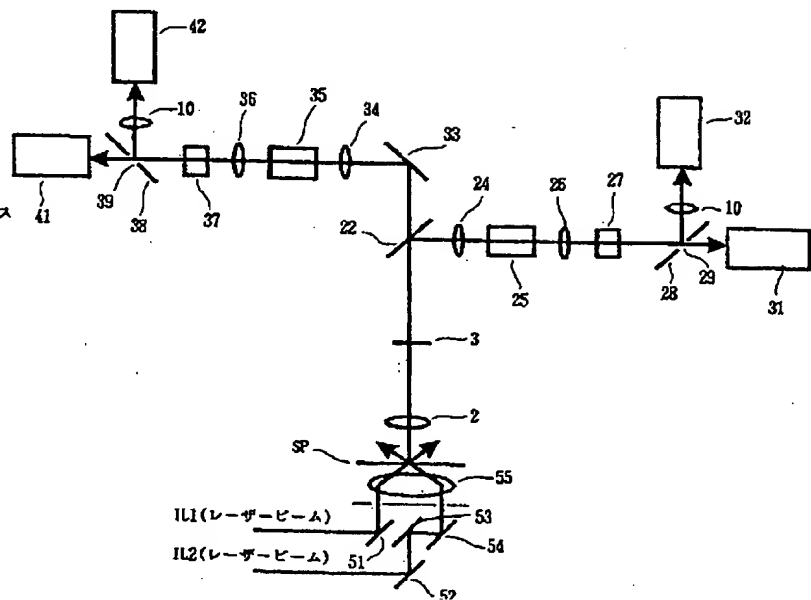
【図3】



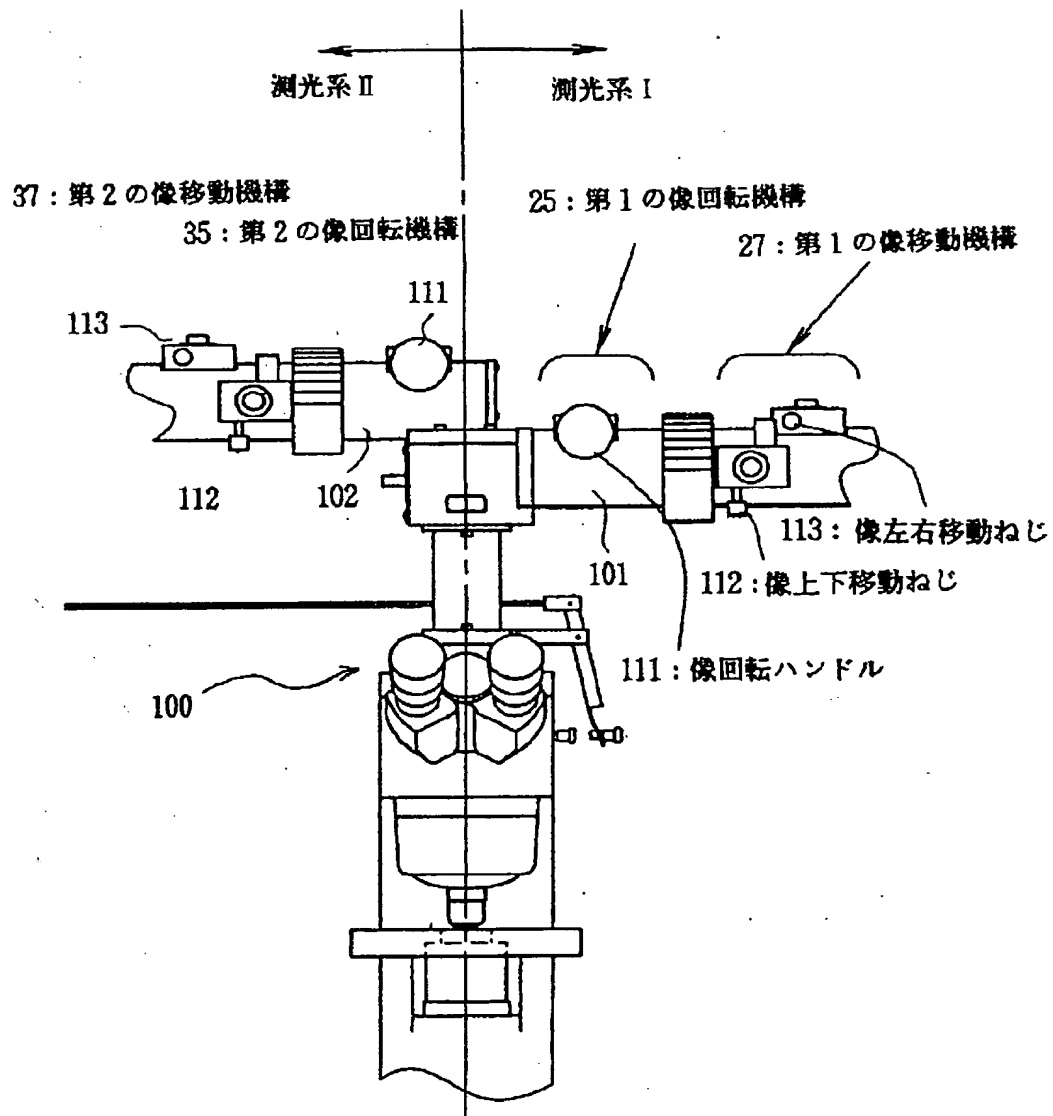
【図6】



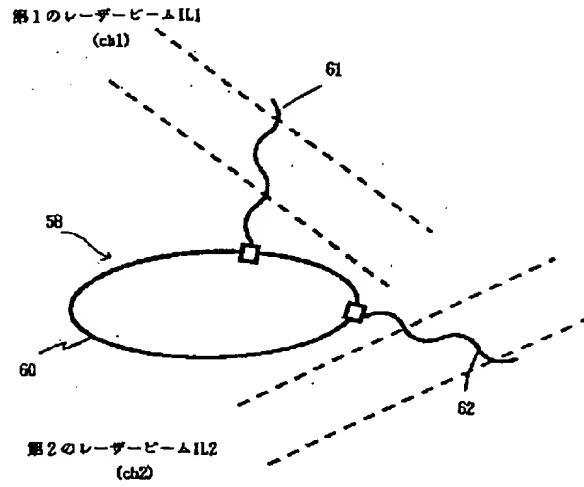
【図7】



【図4】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 廣
神奈川県藤沢市亀井野827-8

(72)発明者 青島 三樹男
神奈川県横浜市港南区野庭町860-12 グ
リンヒルズ101